

**JP4301770**

**Title:  
ACCELEROMETER DEVICE**

**Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain an accelerometer having small irregularity with low-cost manufacture by improving the sensitivity, and providing a sensor circuit having the stoutness durable against accelerating power to compensate the power displaced out of an axis. **CONSTITUTION:** A mass 18 of the part of a semiconductor member 14 made of silicon substance is supported by a plurality of integral member beams 24 so that the mass can move to the support in response to the acceleration of the member. Tapered beam sections 24.3, 24.4 are provided at the respective beams. Piezo resistance sensors 26 are laminated near the centers of the sections, and coupled as a bridge circuit. The selection of the shape of the beam and the formation of the bridge are conducted so that uniform strains are generated at the beams and the influence of the power out of the axis is reduced.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-301770

(43)公開日 平成4年(1992)10月26日

(51)IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 P 15/12		8708-2F		
H 0 1 L 29/84	A	8518-4M		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-338881

(22)出願日 平成3年(1991)12月20日

(31)優先権主張番号 6 3 1 5 6 3

(32)優先日 1990年12月21日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000879

テキサス インストルメンツ インコーポ  
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース  
セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72)発明者 スチープン ベリングハウス

アメリカ合衆国マサチューセッツ州ノース  
アトルボロ, アパートメント イー11,  
レイクショアー ドライブ 21

(72)発明者 レイモンド イー. マンデビル

アメリカ合衆国ロードアイランド州カムバ  
ーランド, ニコラス ドライブ17

(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

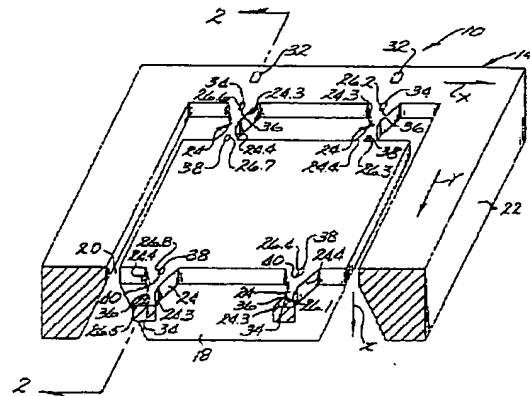
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加速度計装置

(57)【要約】

【目的】 加速度計において、感度を改良する一方、加速性に耐え得るような所望の頑丈さを有するものを提供する。しかも軸線から外れた加速力を補償するセンサ回路が設けられ、製造が安価かつばらつきも少なく出来るような加速度計を提供する。

【構成】 シリコン物質などからなる半導体部材(14)の一部分である質量(18)を複数個の一体部材梁(24)で支持し、同質量が部材の加速度に応じて支持体に対して運動出来るようにする。各梁にはテーパー状梁セクション(24.3, 24.4)を設け、その中心近くにピエゾ抵抗センサ(26)を貼付し、これらのセンサをブリッジ回路として連結する。梁の形状選択やブリッジの形成は同梁に一樣な歪が生ずるように、また軸線から外れた加速力の影響が少なくなるよう行われている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 支持体、質量及び前記支持体と前記質量との間に延在し加速度に応じて動くよう前記質量を装架している少なくとも一つの一体梁を備えたシリコン半導体部材と、前記梁の物質内に収納され、前記質量の運動中において梁内に生じた歪を検出し、前記加速度に応じた出力信号を提供するためのピエゾ抵抗装置とを有するシリコン加速度計装置であって、前記梁は前記支持体に取付けられた端部並びに前記質量に取付けられた端部を備えているとともに、加速中にテーパー状セクション内の梁物質内に実質的に一様な歪を与えるように選定されたテーパー状梁セクションを前記梁の両端の中間に備えており、前記ピエゾ抵抗装置は前記一様な歪に反応するよう前記テーパー状梁セクション内に収納されていることを特徴とするシリコン加速度計装置。

【請求項2】 加速度計装置であって、支持体、質量及び該質量のそれぞれの相対する端部において前記質量から前記支持体へと延在し、加速度に反応して前記質量が運動するよう前記質量を装架している二対の一体梁にして、各梁はその各端部においてテーパー状セクションを備えており前記質量の運動中に前記テーパー状梁セクションに沿って実質的に一様な歪を与えるようにしている前記二対の一体梁を備えている半導体部材と、前記質量の近傍においてそれぞれのテーパー状梁セクション内でそれぞれの梁の物質内に収納されて前記質量の運動中における梁物質内の前記一様な歪に反応するようにされた4つの質量ピエゾ抵抗センサと、前記支持体の近傍においてそれぞれのテーパー状梁セクション内でそれぞれの梁の物質内に収納され、前記質量の運動中に同物質内の一様な歪に反応するようにされた4つの支持体ピエゾ抵抗センサと、一対の出力ターミナルと、一対の入力ターミナルと、前記ピエゾ抵抗センサと前記ターミナルとを相互連結して、電力入力を受取るとともに第一の軸線に沿う前記質量の運動に対応する出力信号を与える導線装置とを有しており、前記センサは前記テーパー状梁セクション内の一様な歪に反応し、前記第一の軸線と垂直をなす第二及び第三の軸線に沿っての前記質量の運動を補償し、以て前記質量の前記第一の軸線に沿う運動に対応する出力信号を提供するように相互連結されていることを特徴とする加速度計装置。

【請求項3】 加速度計装置であって、支持体、質量及び該質量のそれぞれの相対する端部において前記質量から前記支持体へと延在し、加速度に反応して前記質量が運動するよう前記質量を装架している二対の一体梁を備えている半導体部材と、前記質量の近傍においてそれぞれの梁の物質内に収納されて前記質量の運動中における梁物質内の歪に反応するようにされた4つの質量ピエゾ抵抗センサと、前記支持体の近傍においてそれぞれの梁の物質内に収納され、前記質量の運動中に同物質内の歪に反応するようにされた4つの支持体ピエゾ抵抗センサ

と、一対の出力ターミナルと、一対の入力ターミナルと、前記ピエゾ抵抗センサと4脚ブリッジ回路内のターミナルとを相互連結して、電力入力を受取るとともに第一の軸線に沿う前記質量の運動に対応する出力信号を与える導線装置とを有しており、前記ブリッジ回路の各脚内には前記第一の軸線と垂直をなす第二の軸線に沿う前記質量の運動を補償すべく互いに協働するよう一対のピエゾ抵抗センサが配設されており、前記ブリッジ回路の四つの脚内の前記ピエゾ抵抗センサは前記第一及び第二の軸線と垂直をなす第三の軸線に沿う前記質量の運動を補償すべく互いに協働することを特徴とする加速度計装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明の分野は加速度計の分野であり、より具体的には本発明はピエゾ抵抗センサ装置を内蔵するシリコン加速度計に関する。

【0002】

【従来の技術】 ある種の既知のシリコン加速度計はベース上に装着されたシリコン半導体部材を有しており、該部材は支持体上に装架された質量を備えている。前記質量は加速力に反応してベースに対する運動が可能となるよう、支持体と質量との間に延在する一体梁を介して前記支持体上に装架されている。前記半導体梁物質の部分（複数）はドーブされることにより、加速度に対応して加速度計装置から出力信号を与えるべく、質量の運動中における梁内の歪を検出するためのピエゾ抵抗センサを梁内に形成している。前記センサはブリッジ回路内で相互連結されることにより、軸線からずれた加速度に対する装置の感度を減じている。そのような既知の加速度計においては、前記梁は選定された加速度に反応して質量の選定された運動を許容せしめ、以て選定されたレベルの加速度に対して加速度計に所望の感度を与えるとともに、前記加速力が梁に加えられる際の梁に対する損傷に耐えることを可能ならしめている。梁内にはピエゾ抵抗装置によって検出される十分な歪があり、従ってセンサ装置が選定された加速レベルに反応して所望の大きさの出力信号を与えることが望ましい。また加速度計の感度を改善する一方加速力に耐え得るだけの所望の頑丈さを維持出来ることが望ましい。

【0003】 この点に関して、既知の加速度計において梁内に誘起される歪は梁の長さに沿って変動すること、及びピエゾ抵抗センサは梁のセクションに沿って延在する選定された長さを備えているので、センサは典型的には梁内の最大歪レベルというよりはセンサが占める梁セクション内の平均歪に反応するということが認識されている。更に、加速度計製造中において異なる歪レベルを備えた梁部分に関してセンサの配置にある程度のばらつきが生じてしまうので、センサは梁の各々における最大又は最小歪に一様な態様でさらされることが無

3

く、製造中に装置毎にその性能並びに感度に関する一様性が失なわれてしまう傾向がある。更に、センサを便利な連結パターンで相互接続し、以て軸線からずれた加速力に対する装置の感度を所望の程度減少させることは時として困難をとまう。

【0004】

【発明の概要】本発明の目的は、新規かつ改良された加速度計を提供すること、改良された感度を示す一方加速に耐え得る所望の程度の頑丈さを与え得るそのような装置を提供すること、軸線から外れた加速度を補償するべくセンサが便利な態様で相互連結されているそのような装置を提供すること、安価に製造出来る加速度計を提供すること、並びに装置毎に相当な一様性を備えて製造出来るようにされているそのような装置を提供することである。

【0005】簡単に説明するならば、本発明の新規かつ改良された加速度計装置はシリコン物質などの半導体部材を有している。前記部材の一部分は少なくとも一つ、好ましくは複数の一体部材梁によって部材の好ましくは長方形フレーム又は支持部分内の開口内に支持された質量を有しており、これにより質量は部材の加速度に応じて支持体に対する運動を行なうことが可能である。前記部材は主として一つの伝導性タイプの半導体物質から形成されており、別の伝導性タイプの半導体物質を有するピエゾ抵抗センサが梁内に収納されていて、質量の運動中に梁内に誘起された歪を検出して部材加速度に対応する出力信号を提供する。本発明によれば、各梁は前記支持体に取付けられた端部と、前記質量に取付けられた端部とを備えているとともに、テーパ状にされた梁セクションを備えていることにより、前記質量が選定された部材加速度に反応して運動する時に梁セクション中に高くかつ実質的に一様な歪を前記梁に与える。好ましくは、例えば、各梁はそれぞれの梁端部におけるより幅の広い梁部分から梁の中心により近い幅の狭い梁部分へと傾斜している2つのテーパ状セクションを備えている。各梁セクションの前記より幅の広い部分の幅は、梁が半導体部材のより大きく、より剛固な支持体及び質量部分に取付けられている梁端部において同梁物質内に典型的に誘起される最大の歪に梁物質が耐えられるよう選定されている。テーパ部の端部における各梁セクションの傾き及びより幅の狭い幅値は、選定された加速度による質量の運動中にテーパ状梁セクションの全長にわたって梁内に生ずる歪が実質的に同一の高い歪になるよう選ばれる。梁の前記幅狭の部分はまた梁物質の歪限界が破られないことを保証するように、従ってまた前記幅狭の梁部分が損傷を受けることの無いようこれを保護すべく選ばれている。次に前記ピエゾ抵抗センサがこれらの高くて一様な梁歪に反応するよう梁セクション内に位置決めされる。かくして、加速度計の梁はそのいかなる部分にも過度の歪を生ずることなく選定された加速に耐えるよ

4

うにされる一方、前記ピエゾ抵抗センサはまた選定された加速度に対するより高い歪レベルに反応するようにされているので、加速度計は改良された感度を示すようにされている。前記ピエゾ抵抗センサの相互連結は、それによって加速度計装置の軸線から外れた加速力に対する反応を減少させる一方、改良された便利性を以て連結路を装置内に形成、収納することを可能とするよう、慣用の技術により新規な相互連結路が提供されている。

【0006】

10 【好ましい実施例の説明】付図を参照すると、図1及び図2の符号10は本発明の新規かつ改良された加速度計装置を示している。前記装置は好ましくはガラス又はシリコンなどの強固かつ剛固な材料からなるベース12を含んでおり、シリコン半導体物質などから形成された半導体部材14が前記ベース上に任意の慣用的態様で装架されている。所望とあらば、前記装置に対する環境的シールを提供するためにカバー16が前記部材に取付けられる。

20 【0007】前記半導体部材の一つの部分18は地震を感じる質量などとして作用し、該質量は好ましくは長方形のフレーム又は支持体部分22内の開口20内において、少なくとも一つの、好ましくは複数の一体部材梁24によって支持されている。かくして質量18は装置10の加速に反応して支持体22及びベース12に対する運動を許容される。

30 【0008】前記半導体部材14は一つの導伝性タイプのシリコン半導体物質から主として形成されており、前記梁物質の部分26、1～26、8は第二の導伝性タイプのシリコン物質を得るためドーピングされることにより、前記梁物質内における歪を検出し、部材加速度に対応する装置からの出力信号を周知の態様で提供するようにされたピエゾ抵抗センサ装置を梁内に提供している。

40 【0009】本発明によれば、前記部材の梁24には特に図3に示されるような特定の形状が与えられており、前記梁の寸法は前記ピエゾ抵抗センサ26、1～26、8に関して改良された装置感度を与えるように設定されている。すなわち、前記梁には実質的に質量18及び支持体22の厚味よりも小さな厚味tが与えられているのが好ましく（図2参照）、かくして前記質量はZ軸線に沿う選定された方向において装置10の加速度に応じてベース12に向けて動かされ、梁物質内にはその端部24、1、24、2において高い歪が発生することになる。なお前記端部において前記梁は部材の比較的厚肉かつ剛固な支持及び質量部分に取付けられている。前記梁には又図示の如くテーパ状の梁セクション24、3、24、4が設けられているので梁物質内の歪はテーパ状梁セクションの全長にわたって実質的に一様となる。前記半導体物質の特徴は高い一様性にあるので、このテーパは又テーパ状梁セクション中において梁内の単位応力が実質的に一様となることを意味している。好ましくは各

5

梁には2つのテーパ状セクションが設けられており、それらの各々は装置加速度に反応して梁内における実質的に一様な単位歪にさらされるようにされている。好ましくは梁の端部における梁の広幅部分 $w$ は、梁の端部における十分高い歪に梁物質がさらされて、ピエゾ抵抗センサ26が同高歪に反応し、所望の大きさの出力信号が得られるよう、梁の厚味に関して選定されている。幅 $w$ は又これらの高い歪が装置の加速中にこれらの位置において梁物質内に誘起された時に梁が梁端部において破損しないようにも選定されている。梁の中心又はその近傍に位置するテーパ状梁セクションの長さ $l$ 及び幅狭部分の幅 $n$ は、各テーパ状梁セクション中の梁物質が同一の高い歪に一樣にさらされても同歪が装置の加速中に前記幅狭梁位置において梁物質の歪限界を超えないように、かつ又テーパ状梁セクションの幅狭幅 $n$ が加えられた加速力によって破損しないように選定されている。

【0010】前記ピエゾ抵抗センサ26.1~26.8は特に図3に示したようにそれぞれのテーパ状梁セクション24.3, 24.4内の位置において各梁22内に設けられているので、前記センサ物質の長さ $s$ はテーパ状梁セクションを通して梁物質内の同一の高く実質的に一様な歪にさらされ、従って梁物質内に誘起される高い歪で好ましくは最大の歪に対応する出力信号を発するようになっている。かくして本加速度計装置は極めて高い感度を示すと同時に、損傷することなく相当な加速度に耐えられる。ピエゾ抵抗装置26.1~26.8の位置は完全にテーパ状梁セクション24.3, 24.4内にあって一様な歪にさらされると同時に、ピエゾ抵抗センサのいかなる部分も一様な歪のセクションの外側に延びて異なる(一様でない)歪にさらされることの無いようにされているのが好ましい。かくして、本加速度計は装置毎に改善された一様な性能を有して製造されるようにされる。

【0011】シリコンの加速については例えば米国特許第4,553,436号(本明細書の引用文献とする)に示されるように周知のものであるから、加速度計10の全体的構造については更に説明することはしない。理解すべきは前記半導体部材14が一つの伝導性タイプのシリコン半導体物質から形成されており、ピエゾ抵抗センサは同部材内でその場で形成された第二の伝導性タイプの半導体物質から形成されているということ、更に回路導線が適当な方法で形成され、ピエゾ抵抗センサが慣用的方法で相互連結されるとともに、入力ターミナルパッド30からセンサへの電力の導入並びに出力ターミナル32を経てセンサから出力信号の導出が行なわれているということである(図3及び図5を参照されたい)。装置が過度の加速力にさらされた時に質量18の動きを制限するために、装置カバー又はベースの部分の如き通常タイプのストップ装置又は別個のストップ装置などが内蔵されている。なお前記ストップ装置又は他の装置

6

は、衝撃又は振動等に反応しての質量18の動きの通常の絞り減衰作用を与えるよう、適当な方法で前記質量の近傍に配列されている。

【0012】前記ピエゾ抵抗センサは又適当な慣用方法を用いて相互連結され、装置10に加えられた加速力に反応してセンサから正しく出力信号を発生させるための任意のタイプの検出回路を提供している。好ましくは、前記センサは装置により検出しようとしている加速力から軸線方向にずれている加速力に対する装置の反応を減らすのみならず、センサ及びターミナルを相互連結している回路を便利に形成するとともに改良された態様で装置上に収納することを可能ならしめるためブリッジ回路をなして相互連結されている。

【0013】好ましくは特に図1に示したように、以後支持体センサと呼ぶことにする4つのピエゾ抵抗センサ26.1, 26.2, 26.6及び26.5は支持体22近傍において梁のそれぞれのテーパ状セクション24.3内に配設されており、前記支持体センサの各々は支持体22近傍における支持体端部34及び梁24の中央部分近傍における内側端部36を備えるとともに前記テーパ状梁セクションの長さ方向に沿って延びる長さを備えている。以後質量センサと呼ぶことにする4つの他のピエゾ抵抗センサ26.4, 26.3, 26.7及び26.8はそれぞれのテーパ状梁セクション24.4内に配置されており、前記質量センサの各々は質量18近傍における質量端部及び梁24の中央部分近傍における内側端部40を備えるとともに、テーパ状梁セクションの全長に沿って延びる長さを備えている。図5に示すように、質量の一方の端部18.1における一対の梁24の上に一対の導線装置42が配置されることにより、センサ対26.6, 26.7及び26.2, 26.3のそれぞれの内側端部が互いに対してかつ又それぞれの出力ターミナル32に対して接続されている。ここで、センサの端部に対する参照番号は簡明さのために図4及び図5からは省略されている。別の対の導線装置44はそれぞれ質量の端部18.1における一対の質量センサ26.7, 26.3を質量の反対側端部18.2における対応した質量センサ対26.8, 26.4の質量端部に接続している。更に別の対の導線装置46が質量のそれぞれの側18.3, 18.4に沿って延在することにより、それぞれ質量の一方の端部18.1における一対の支持体センサ26.6, 26.2の支持体端部を質量の反対側端部18.2における他の対の支持体センサ26.5, 26.1の内側端部に接続している。それぞれの導線装置48は質量端部18.2における一対の梁の一方上に設けた質量センサ対26.8, 26.4の内側端部を質量端部18.2における梁対の他方の梁上における一対の支持体センサ26.5, 26.1の支持体端部に接続している。前記導線装置48は又それぞれ入力ターミナル30に接続されている。図5の49で示した

7

如く導線装置の交差が必要とされる場合には該交差は通常のトンネル手段などにより達成される。

【0014】このような構造においては、センサ26.1～26.8は図4の(A)、(B)及び(C)に示すように4脚ブリッジとして相互連結されており、センサ26.5、26.6は第一の入力ターミナル30と第一の出力ターミナルの間の第一の脚内で直列接続され、センサ26.4、26.3は前記第一の出力ターミナルと第二の入力ターミナル30の間の第二の脚内で直列接続され、センサ26.2、26.1は前記第二の入力ターミナルと第二の出力ターミナル32の間の第三の脚内で直列接続され、センサ26.8、26.7は前記第二の出力ターミナルと第一の入力ターミナルの間の第四の脚内で直列接続されている。従ってセンサの均衡が取れていて質量が静止している際等しい抵抗を与えているならば、入力ターミナル30を横切って入力電圧V<sub>i</sub>を掛けただけの場合には出力ターミナル32を横切ってゼロの出力電圧V<sub>o</sub>が発生するので、前記質量が加速度を受けていないということがわかる。この点に関連して理解すべきは、質量18が(図4及び図5で見て紙面中に延びる)2軸に沿って動く場合には、部材14の頂部に設けられた質量センサ26.4、26.3、26.7及び26.8は圧縮状態に置かれてある方向の抵抗変化を生じ、一方同部材の頂部に設けた支持体センサ26.1、26.2、26.6及び26.5は張力状態に置かれて抵抗値の反対の方向の変化を生ずることである。従って図4の(A)のT及びCで示すように回路の第一及び第三の脚内のセンサ対は張力状態に置かれる一方、第二及び第四の回路脚内のセンサは圧縮状態に置かれ、出力端子を横切った実質的な出力電圧が生ずる。なおこの出力は加速度の程度をあらわしており、加速度が大きい程出力信号も大きくなる。他方、質量18が図4の(B)及び図5に示すように前記Z軸と垂直をなすX方向内で軸線からはずれた加速力をZ軸運動とともに又はそれに関連して受けた場合には前記第一及び第二の脚内のセンサ対は張力状態に置かれる一方、第三及び第四の脚内のセンサ対は圧縮状態に置かれる。そのような状況下においては、本発明におけるごとくテーパー状梁セクションを利用してセンサが正確に平衡状態を保持している場合には掛

10

20

30

けられた電圧V<sub>i</sub>は前記X軸方向加速度に帰因する出力ターミナル32を横切る出力電圧の増分を生じさせることはない。すなわち、4脚回路は協働してX軸加速力を補償することになる。他方、質量18が図4の(C)及び図5に示すようにZ軸及びX軸に垂直をなすY軸方向内でY軸からずれた加速力を受けた場合には同回路の各脚内のセンサ対はそれぞれ張力及び圧縮状態に置かれるので、掛けられた電圧はY軸方向加速度に帰因するターミナル32における出力電圧の増分を生じさせることはない。すなわち、回路各脚内のセンサは互いに協働し合うことにより各脚内で質量のY軸加速度を個別に補償している。かくしてセンサに対する本回路の配置によれば高い装置の性能及び感度が達成されると同時に相互連結パターンは容易かつ正確に達成され、同装置内にコンパクトに内蔵される。

【0015】本発明の特定の実施例を例示の目的で説明してきたが、本発明は付記した特許請求の範囲内に入る実施例の修整例及び等価例全てをも含んでいる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による新規な加速度計の拡大尺度で描ける部分的斜視図。

【図2】図1の線2-2に沿った断面図。

【図3】図1の加速度計の一部分の拡大した部分的平面図。

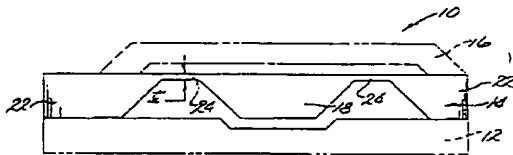
【図4】図1乃至図3の加速度計内のセンサの接続を例示している概略図。

【図5】センサ相互連結路を加速度計装置内に収納した状態を例示する概略図。

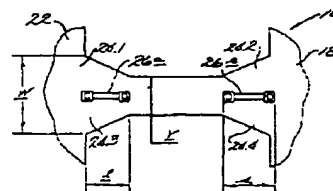
【符号の説明】

- 12 ベース
- 14 半導体部材
- 18 質量
- 22 支持体
- 24 梁
- 26.1～26.8 梁物質のドーブされた部分
- 24.1、24.2 梁の端部
- 24.3、24.4 テーパー状梁セクション
- 26 ピエゾ抵抗センサ

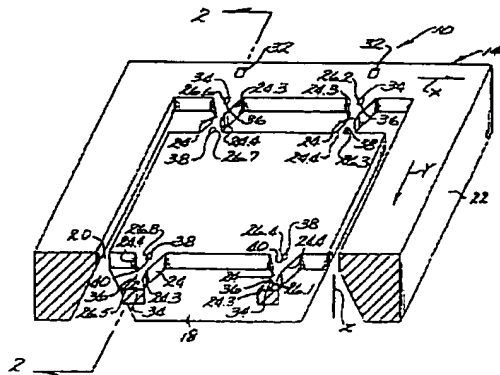
【図2】



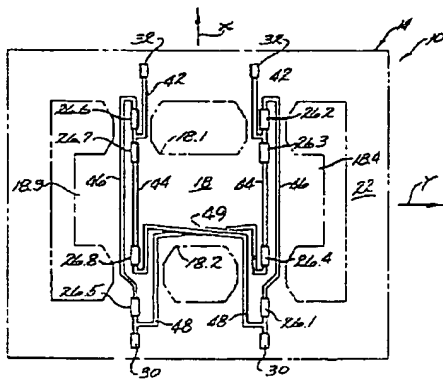
【図3】



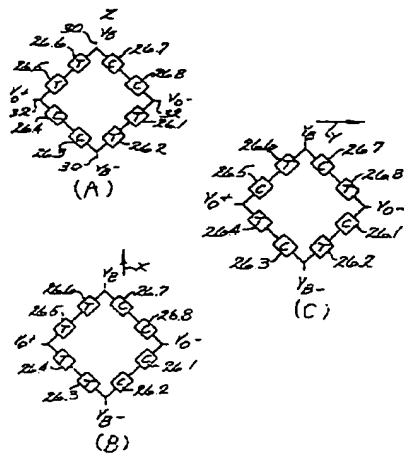
【図1】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ドナルド ダブリュ. ロルフ  
アメリカ合衆国マサチューセッツ州イー.  
ウォルポール, バツティ アン プレース  
8

(72)発明者 シーグバート ハータウアー  
ドイツ連邦共和国ラントシュット, エドマ  
ンド - ヨエルグ - シュトレラー  
セ. 15

(72)発明者 バクラブ エフ. ビリメツク  
ドイツ連邦共和国プレヒト, マイゼンステ  
イ 1